

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-015472

(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl.

G02B 7/00

G02B 26/10

H01S 3/18

(21)Application number : 08-101624

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.1996

(72)Inventor : NAIKI TOSHIO

(30)Priority

Priority number : 07105190

Priority date : 28.04.1995

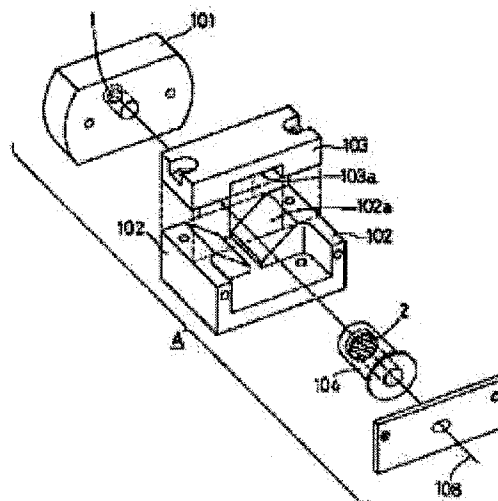
Priority country : JP

## (54) LIGHT SOURCE DEVICE AND LASER SCANNING OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light source device where a distance between a laser light source and a collimator lens is changed with good reproducibility against temperature change and a laser beam scanning optical device by which the change of the focal distance of an entire optical system against the temperature change can be easily corrected.

SOLUTION: First and 2nd lens barrel holding members 102 and 103 are produced of the material of the same kind as a lens barrel 104 to which the collimator lens 2 is attached, and a laser holding member 101 is produced of the material of a different kind from the members 102 and 103. The lens barrel 104 is held by the holding members 102 and 103 through a V-groove 102a and a recessed part 103a constituting a plane parallel with the optical axis 108 of the lens 2. The holding member 101 and the holding members 102 and 103 are bonded through a plane vertical to the optical axis 108 of the lens 2.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-15472

(43) 公開日 平成9年(1997)1月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	7/00		G 0 2 B	7/00 F
	26/10			26/10 F
H 0 1 S	3/18		H 0 1 S	3/18

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平8-101624

(22) 出願日 平成8年(1996)4月23日

(31) 優先権主張番号 特願平7-105190

(32) 優先日 平7(1995)4月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 内貴 俊夫

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

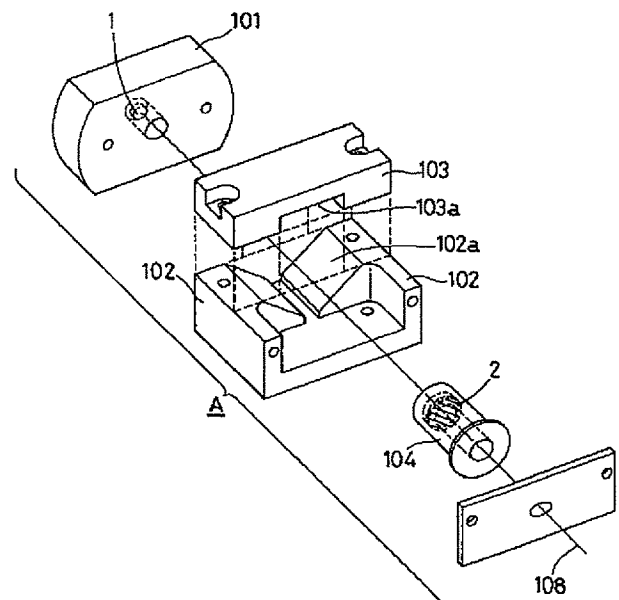
(74) 代理人 弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 光源装置及びレーザ走査光学装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化する光源装置と、温度変化に対する光学系全体の焦点距離の変化を容易に補正することができるレーザビーム走査光学装置とを提供する。

【解決手段】 コリメータレンズ2が装着されている鏡筒104と同種の材料で、第1、第2鏡筒保持部材102、103を製作し、第1、第2鏡筒保持部材102、103とは異種の材料でレーザ保持部材101を製作する。コリメータレンズ2の光軸108に対して平行な面を構成するV溝102a、凹溝103aを介して、鏡筒104を第1、第2鏡筒保持部材で保持する。コリメータレンズ102の光軸108に対して垂直な面を介して、レーザ保持部材101と第1、第2鏡筒保持部材とを接合させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザビームを射出するレーザ光源と、  
前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズ  
と、  
前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、  
前記鏡筒と同種の材料からなり、前記コリメータレンズ  
の光軸に平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持  
手段と、を備えたことを特徴とする光源装置。

【請求項 2】 レーザビームを射出するレーザ光源と、  
前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズ  
と、  
前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、  
前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、  
前記鏡筒保持手段とは異種の材料からなり、前記コリメ  
ータレンズの光軸に垂直な面を介して前記鏡筒保持手段  
と接合されるとともに、前記レーザ光源を保持するレー  
ザ保持手段と、を備えたことを特徴とする光源装置。

【請求項 3】 レーザビームを射出するレーザ光源と、  
前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズ  
と、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒  
と同種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に  
平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、  
を有する光源装置と、  
前記光源装置から射出されたレーザビームを被走査面上  
に偏向走査する偏向器と、  
レーザビームを被走査面上に結像させる結像光学系と、  
前記レーザ光源とコリメータレンズとの間隔変化による  
被走査面上での結像状態の変化を補正する補正手段と、  
を備えたことを特徴とするレーザ走査光学装置。

【請求項 4】 レーザビームを射出するレーザ光源と、  
前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズ  
と、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒  
を保持する鏡筒保持手段と、前記鏡筒保持手段とは異種  
の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に垂直な  
面を介して前記鏡筒保持手段と接合されるとともに、前  
記レーザ光源を保持するレーザ保持手段と、を有する光  
源装置と、  
前記光源装置から射出されたレーザビームを被走査面上  
に偏向走査する偏向器と、  
レーザビームを被走査面上に結像させる結像光学系と、  
前記レーザ光源とコリメータレンズとの間隔変化による  
被走査面上での結像状態の変化を補正する補正手段と、  
を備えたことを特徴とするレーザ走査光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光源装置及びレー  
ザ走査光学装置に関するものであり、更に詳しくは、L  
BP (Laser Beam Printer) やデジタル PPC (Plain p  
aper copier) の画像書き込み光学系に好適な光源装置、  
及びその光源装置を用いたレーザ走査光学装置に関する

ものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、LBP やデジタル PPC の画像  
書き込みには、レーザ走査光学装置が用いられている。  
このレーザ走査光学装置の一構成部品として一般的に用  
いられている光源装置は、レーザビームを射出するレー  
ザ光源と、レーザビームを略平行光束とするコリメータ  
レンズと、レーザ光源及びコリメータレンズを保持する  
保持部材と、で構成されている。

【0003】 上記保持部材はレーザ光源の発熱によって  
熱膨張することがあるため、その熱膨張によってレーザ  
光源の発光点とコリメータレンズとの間の距離が変動す  
ることがある。また、レーザ光源として半導体レーザ素  
子を用いた場合には、半導体レーザ素子の温度変化に伴  
って、射出されるレーザビームの波長が変化すること  
もある。これらの現象が発生すると、光源装置から出力さ  
れるレーザビームの収束状態が変化してしまうため、被  
走査面上に形成されるレーザビームのスポットの径が変  
動して、精細な画像が得られなくなる。

【0004】 このような不具合に対処するため、例え  
ば、特開平 4-320079 号公報では、レーザ光源を  
支持するレーザ保持部材と、レーザ保持部材と連結され  
コリメータレンズを保持するレンズ保持部材と、を備え  
た光源装置が提案されている。この光源装置によると、  
温度上昇によるレーザ保持部材の膨張とレーザ光源の発  
振波長の変動とが互いに相殺されるため、レーザ光源や  
各保持部材の温度が変化しても被走査面上でのスポット  
径は変化しないとしている。

【0005】 また、他の従来例としては、半導体レーザ  
素子とコリメータレンズとの間隔変化による焦点距離の  
変化(つまり、レーザビームの収束状態の変化)を、プ  
ラスチックレンズで補償するようにした構成が知られてい  
る。これは、プラスチックレンズの屈折率及び形状の変  
化が温度によって変化することを利用したものである。

【0006】 図 23 は、これらの光源装置を模式的に示  
す概略構成図である。この光源装置 120 は、レーザ光  
源 121 と、コリメータレンズ 122 と、レーザ光源 1  
21 を固定支持する保持部材 123 と、コリメータレン  
ズ 122 を保持する鏡筒 124 と、で構成されている。  
レーザ光源 121 として半導体レーザ素子を用いた場  
合、一般に、その発光位置が製品ごとにばらつくことは  
避けられない。発光位置のばらつきが光学系全体の焦点  
距離に及ぼす誤差を許容範囲内に保つためには、光源装  
置 120 の組み立てにおいて、レーザ光源 121 とコリ  
メータレンズ 122 との間隔を一個ずつ調整する必要が  
ある。レーザ光源 121 とコリメータレンズ 122 とを  
1 つの保持部材で保持せずに、保持部材 123 と鏡筒 1  
24 とでそれぞれ保持しているのはこのためである。つ  
まり、光源装置 120 内にレーザ光源 121 とコリメ  
ータレンズ 122 を設けるためには、保持部材 123 と鏡

筒124との少なくとも2体が必要になる。さらに、保持部材123と鏡筒124は、それぞれ要求される特性(硬さ、加工性、熱伝導率等)が異なるため、それぞれ異なる材料で構成される必要がある。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】図23に示す光源装置120においては、異種の材料からなる保持部材123と鏡筒124とが、光軸126に平行な接合面125を介して接合されている。このため、レーザ光源121が発熱すると、保持部材123と鏡筒124とがそれぞれ異なった線膨張率で熱膨張して、保持部材123と鏡筒124とが接合面125を挟んで摩擦しながら滑るといった現象が発生する。したがって、保持部材123と鏡筒124とは、温度変化に対して再現性の悪い挙動を示すことになる。

【0008】温度変化に対するレーザ光源121とコリメータレンズ122との間隔の変化を各材料の線膨張率から計算しても、保持部材123と鏡筒124との位置関係がそれぞれの温度変化に対して再現性よく変位しないと、実際の変化量は計算値通りにはならなくなる。このため、上記間隔の変化量が温度変化に対してどのような値をとるかを正確に予測することはできない。したがって、従来の光源装置120をレーザ走査光学装置の光源として用いた場合、レーザ走査光学装置全体の焦点距離が温度によってどのように変わるかを把握することはできない。このため、保持部材123と鏡筒124の温度変化による光学系全体の焦点距離の変化を、光学系中の他のレンズを移動させたり特定のレンズの材質を変えたりすることによって補正することは極めて困難である。

【0009】本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであって、第1の目的は、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化する光源装置を提供することにある。第2の目的は、温度変化に対する光学系全体の焦点距離の変化を容易に補正することができるレーザビーム走査光学装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記の第1の目的を達成するために、請求項1に記載された光源装置は、レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズと、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒と同種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、を備えたものである。

【0011】鏡筒と鏡筒保持部材とは同種の材料からなっているため、鏡筒の線膨張率と鏡筒保持部材の線膨張率とは同じである。したがって、鏡筒と鏡筒保持手段が熱膨張しても、鏡筒と鏡筒保持部材との接触面では滑り

やズレが生じない。しかも、コリメータレンズの光軸に平行な面を介して鏡筒保持手段が鏡筒を保持しているため、コリメータレンズの光軸に沿って鏡筒を移動させることにより、コリメータレンズの光軸方向の位置を変えることができる。

【0012】また、上記の第1の目的を達成するために、請求項2に記載された光源装置は、レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズと、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、前記鏡筒保持手段とは異種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して前記鏡筒保持手段と接合されるとともに、前記レーザ光源を保持するレーザ保持手段と、を備えたものである。

【0013】レーザ保持手段と鏡筒保持手段とは異種の材料からなっているため、レーザ保持手段の線膨張率と鏡筒保持手段の線膨張率とは異なる。したがって、レーザ保持手段と鏡筒保持手段が熱膨張すると、レーザ保持手段と鏡筒保持手段との接合面で滑りやズレが生じる。しかし、レーザ保持手段と鏡筒保持手段とは、コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して接合されているので、熱膨張しても上記滑りやズレが光軸方向に現れることはない。

【0014】上記の第2の目的を達成するために、請求項3に記載されたレーザ走査光学装置は、レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズと、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒と同種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、を有する光源装置と、前記光源装置から射出されたレーザビームを被走査面上に偏向走査する偏向器と、レーザビームを被走査面上に結像させる結像光学系と、前記レーザ光源とコリメータレンズとの間隔変化による被走査面上での結像状態の変化を補正する補正手段と、を備えたことを特徴とする。

【0015】鏡筒と鏡筒保持部材とは同種の材料からなっているため、鏡筒の線膨張率と鏡筒保持部材の線膨張率とは同じである。したがって、鏡筒と鏡筒保持手段が熱膨張しても、鏡筒と鏡筒保持部材との接触面では滑りやズレが生じない。これにより、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化するようになるため、被走査面上での結像状態の変化を補正手段によって良好に補正することができる。また、コリメータレンズの光軸に平行な面を介して鏡筒保持手段が鏡筒を保持しているため、コリメータレンズの光軸に沿って鏡筒を移動させることにより、コリメータレンズの光軸方向の位置を変えることができる。

【0016】また、上記の第2の目的を達成するために、請求項4に記載されたレーザ走査光学装置は、レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを

略平行光束とするコリメータレンズと、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、前記鏡筒保持手段とは異種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して前記鏡筒保持手段と接合されるとともに、前記レーザ光源を保持するレーザ保持手段と、を有する光源装置と、前記光源装置から射出されたレーザビームを被走査面上に偏向走査する偏向器と、レーザビームを被走査面上に結像させる結像光学系と、前記レーザ光源とコリメータレンズとの間隔変化による被走査面上での結像状態の変化を補正する補正手段と、を備えたものである。

【0017】レーザ保持手段と鏡筒保持手段とは異種の材料からなっているため、レーザ保持手段の線膨張率と鏡筒保持手段の線膨張率とは異なる。したがって、レーザ保持手段と鏡筒保持手段が熱膨張すると、レーザ保持手段と鏡筒保持手段との接合面で滑りやズレが生じる。しかし、レーザ保持手段と鏡筒保持手段とは、コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して接合されているので、熱膨張しても上記滑りやズレが光軸方向に現れることはない。したがって、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化することになるため、被走査面上での結像状態の変化を補正手段によって良好に補正することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した光源装置及びレーザ走査光学装置を図面を参照しながら説明する。

【0019】《第1実施形態(図1～図15)》図1は、本発明の第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の画像書き込み光学系を示す斜視図である。第1実施形態のレーザ走査光学装置は、2基の半導体レーザ素子1、1'から発した2本のレーザビームを用いて、感光体ドラム25上に同時、かつ、並列に2本の走査線を書き込む機能を備えている。そして、このレーザ走査光学装置は、レーザビームを射出するレーザ光源として2つの半導体レーザ素子1、1'；内部にコリメータレンズ2、2' (図2等)を保持する鏡筒104、104'；1/2波長板14；偏光反射膜3aを内部に備えたビームスプリッタ3；シリンドリカルレンズ群12；ポリゴンミラー6；走査レンズ群13；ミラー23；シリンドリカルレンズ24；被走査面25aとなる感光体表面を備えた感光体ドラム25等から構成されている。

【0020】1/2波長板14は、鏡筒104'とビームスプリッタ3との間に配置されており、後述するように半導体レーザ素子1'から射出されたレーザビームの偏光面を回転させるように作用する。シリンドリカルレンズ群12は、副走査方向にのみ正の屈折力を有するシリンドリカルレンズ4と、副走査方向にのみ負の屈折力を有し、かつ、プラスチックを材料とするシリンドリカルレンズ5と、からなっている。走査レンズ群13は、負

の屈折力を有する走査レンズ7と、正の屈折力を有する走査レンズ8と、からなり、全体として正の屈折力を有している。シリンドリカルレンズ24は、プラスチック材料からなり副走査方向にのみ正の屈折力を有している。

【0021】図2は、第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の光源近傍の上面図である。また、図3は、半導体レーザ素子1、1'；コリメータレンズ2、2'；ビームスプリッタ3；それらを取り付ける台座27等を取り出して示す部分拡大図である。そして、図3(a)、(b)は、それぞれ当該部分の上面図、正面図を表している。

【0022】レーザ走査光学装置には高い精度が要求されるとともに、その精度が経時的に安定して保たれる必要がある。そのため、第1実施形態のレーザ走査光学装置は、図2に示すように金属製の取付基板9上に光源装置A、Bから走査レンズ群13までの種々の光学部品をそれぞれネジ10で取り付けられた構成となっている。また、取付基板9には、このレーザ走査光学装置をプリンターや複写機等の装置本体に取り付けるための座ぐり穴11も形成されている。

【0023】半導体レーザ素子1から発せられたレーザビームは、コリメータレンズ2によって平行光束に変換され、ビームスプリッタ3に入射する。一方、半導体レーザ素子1'から発せられたレーザビームは、コリメータレンズ2'によって平行光束に変換され、1/2波長板14を透過した後、ビームスプリッタ3に入射する。そして、半導体レーザ素子1からのレーザビームはビームスプリッタ3で反射され、半導体レーザ素子1'からのレーザビームはビームスプリッタ3を透過する。

【0024】上記1/2波長板14について、さらに詳しく説明する。レーザビームを画像形成に利用する効率を上げるためには、半導体レーザ素子1からのレーザビームのビームスプリッタ3での反射率と、半導体レーザ素子1'からのレーザビームのビームスプリッタ3での透過率と、を高めることが望ましい。ビームスプリッタ3での反射及び透過の効率を高めるためには、例えば、直線偏光したレーザビームを発する2つの半導体レーザ素子と、偏光反射膜(例えば、干渉膜)を有する偏光ビームスプリッタとを用いて、レーザビームの偏光面及び偏光方向がいずれも互いに直交するように、2つの半導体レーザ素子を配置する構成が考えられる。このように構成によれば、一方の半導体レーザ素子から発せられたレーザビームが偏光反射膜で反射され、他方の半導体レーザ素子から発せられたレーザビームが偏光反射膜を透過する。

【0025】しかしながら、一般に、半導体レーザ素子から発せられるレーザビームの広がり角は偏光方向とそれに直交する方向とで異なり、レーザビームの断面は楕円形になる。このため、2本のレーザビームがビームス

10

20

30

40

50

プリッタ3から感光体ドラム25までの光学系を共通に用いる第1実施形態の構成において、レーザビームの偏光面及び偏光方向が互いに直交するように半導体レーザ素子1, 1'を配置すると、2つのレーザビームの強度分布が主走査方向と副走査方向とで異なることになってしまう。

【0026】そこで、第1実施形態の構成では、2本のレーザビームの偏光面又は偏光方向が同一となるように半導体レーザ素子1, 1'を配置し、コリメータレンズ2'とビームスプリッタ3との間(コリメータレンズ2'とビームスプリッタ3との間でもよい。)に、レーザビームの偏光面を90°回転させる1/2波長板14(ローテータ等の光学部材でもよい。)を挿入した構成としている。このように構成することによって、2つのレーザビームの強度分布を変化させることなく、レーザビームの偏光面及び偏光方向を互いに直交させることができる。

【0027】図4(a), (b)に、1/2波長板14の2つの配置例を示す。図4中、半導体レーザ素子1, 1'からの2本のレーザビームのそれぞれの伝搬方向にx軸及びy軸をとり、x-y平面に対して垂直な方向にz軸をとっている。尚、ビームスプリッタ3は偏光ビームスプリッタであり、3aは偏光反射面である。

【0028】図4(a)の配置例では、半導体レーザ素子1, 1'から発せられた直後のレーザビームは、偏光面が共にx-y面であり、偏光方向はそれぞれy, x方向である。そして、半導体レーザ素子1から発せられたレーザビームは、ビームスプリッタ3とコリメータレンズ2との間に配置された1/2波長板14を透過することにより、偏光面が90°回転してz-x面となり、偏光方向が90°回転してz方向となる。ビームスプリッタ3の偏光反射膜3aは、偏光面がx-y面であるレーザビームを透過させ、偏光面がz-x面であるレーザビームを反射させるように位置しているので、ビームスプリッタ3における半導体レーザ素子1からのレーザビームの反射率を効率よく高めることができる。

【0029】図4(b)の配置例では、半導体レーザ素子1, 1'から発せられた直後のレーザビームは、偏光面がそれぞれz-x面, y-z面であり、偏光方向が共にz方向である。そして、半導体レーザ素子1'から発せられたレーザビームは、ビームスプリッタ3とコリメータレンズ2'との間に配置された1/2波長板14を透過することにより、偏光面が90°回転してx-y面となり、偏光方向が90°回転してx方向となる。ビームスプリッタ3の偏光反射膜3aは、偏光面がx-y面であるレーザビームを透過させ、偏光面z-x面であるレーザビームを反射させるように位置しているので、ビームスプリッタ3における半導体レーザ素子1からのレーザビームの反射率を効率よく高めることができる。

【0030】第1実施形態では図4(b)の構成を採用しているが、1/2波長板14を半導体レーザ素子1, 1'

のどちら側に挿入してもよい。要は、偏光反射膜3a上で2つのレーザビームの偏光面及び偏光方向が互いに直交するように、1/2波長板14を配置すればよい。以上説明したような構成を採用することにより、偏光反射膜3aの面における、半導体レーザ素子1からのレーザビームの反射率と半導体レーザ素子1'からのレーザビームの透過率とを効率よく高めることができる。

【0031】上述したように偏光反射膜3aで反射され、あるいは透過したレーザビームは、ビームスプリッタ3を出射した後、光学系(つまり、シリンダリカルレンズ群12以降の光学系)の光軸に対して平行に進むことになる。これについて、以下に説明する。

【0032】図3(b)に示すように、半導体レーザ素子1と1'、並びにコリメータレンズ2と2'は、それらに取り付けられている台座27に設けられている段差によって、副走査方向に所定の間隔だけ高さを変えて配設されている。したがって、ビームスプリッタ3のポリゴンミラー6側では、それぞれのレーザビームの光軸(つまり、半導体レーザ素子1, 1'; コリメータレンズ2, 2'の光軸)が光学系(つまり、シリンダリカルレンズ群12以降の光学系)の光軸近傍において副走査方向に所定の間隔をあけ、かつ、光学系の光軸に対して平行に揃えられる。但し、図3(b)では、2本のレーザビームの光軸間に設定される副走査方向の間隔(すなわち、半導体レーザ素子1と1'との間、コリメータレンズ2と2'との間に設定される副走査方向の所定の間隔)を強調して示しており、実際にはその間隔は極僅かである。

【0033】ビームスプリッタ3を出射した2本のレンズビームは、図1, 図2に示すように、2枚のシリンダリカルレンズ4, 5からなるシリンダリカルレンズ群12に入射する。シリンダリカルレンズ4, 5は、副走査方向にのみそれぞれ正, 負の屈折力を有しており、シリンダリカルレンズ群12は、これらの屈折力が合わさったものとして副走査方向にのみ正の屈折力を有している。したがって、ビームスプリッタ3を経た2本のレーザビームは、シリンダリカルレンズ群12によって、ポリゴンミラー6の偏向面近傍で副走査方向に一旦集光される。

【0034】レーザビームは、上記のようにシリンダリカルレンズ群12によって副走査方向に集光されるが、主走査方向には集光されない。したがって、2本のレーザビームの断面は、ポリゴンミラー6の偏向面近傍において、それぞれ主走査方向に長さを有する2本の線状となる。シリンダリカルレンズ群12は、後述する副走査方向に正の屈折力を有するシリンダリカルレンズ24と協働して、ポリゴンミラー6の偏向面の面倒れ補正を行うように作用する。また、シリンダリカルレンズ5は、シリンダリカルレンズ24, 光源装置A等と協働して、温度変化による光学系全体の焦点距離の変化を補

10

20

30

40

50

償する作用も有する。この作用については後述する(図14等)。

【0035】ここで、シリンドリカルレンズ群12の取り付け構造を説明する。図5は、シリンドリカルレンズ4、5と、それらを収容する鏡筒15と、鏡筒15を固定支持し、かつ、取付基板9に取り付けられる台座16と、を取り出して示す部分拡大図である。同図中、(a)は正面側から見た外観、(b)は側方側から見た縦断面、(c)は上面側から見た外観を示している。鏡筒15は、シリンドリカルレンズ4が装着される内側部材15bと、シリンドリカルレンズ5が装着され、かつ、内側部材15bの一部が内部に嵌り込む外側部材15aと、で構成されている。

【0036】台座16は略直方体形状を成し、その上面には光軸に対して平行な面を成すV溝16aが形成されている。そして、全体として略円筒形状の鏡筒15は、このV溝16aの両斜面に外周面が接した状態で支持されている。このV溝16aは、鏡筒15を支持した状態でシリンドリカルレンズ5のシリンダ母線の副走査方向高さが光軸高さとは一致するように形成されている。また、鏡筒15は、板バネ21で押さえられ、その板バネ21が台座16にネジ22でとめられることによって、台座16に対して移動しないように固定されている。

【0037】鏡筒15の内側部材15bは外側部材15a内に嵌合しているが、図5(b)に示すように、その一部は外側部材15aの一方の端面から突出した状態になっている。そして、外側部材15aの他方の端面(この部分では内側部材15bが嵌り込んでいない。)には、シリンドリカルレンズ5が板バネ17、18で押圧固定されている。これらの板バネ17、18は、それぞれネジ19、20で外側部材15aにとめられている。外側部材15aにおいて、シリンドリカルレンズ5が固定される側の端面に臨む箇所には、主走査面に対して平行な平面部15cが形成されている。この平面部15cに、シリンドリカルレンズ5のシリンダ母線に対して平行なコバ面を当接させることによって、シリンダ母線と光軸の副走査方向高さとを合わせることができる。

【0038】鏡筒15の内側部材15bは、先に述べたように一部が外側部材15aの一方の端面から突出しており、その突出した部分の端部の内側(すなわち、光軸側)には主走査面に対して平行な平面部15dが形成されている。この平面部15dにシリンドリカルレンズ4のシリンダ母線に対して平行なコバ面を当接させると、シリンダ母線と光軸の副走査方向高さとを合わせることができる。シリンドリカルレンズ4は、そのシリンダ母線に対して平行なコバ面を平面部15dに当接させた状態で、上記突出した部分の端部に接着固定されている。

【0039】シリンドリカルレンズ4、5の位置は、以下のようにして調整される。まず、シリンドリカルレンズ4、5をそれぞれ鏡筒15の内側部材15bと外側部

材15aとに取り付ける。次に、外側部材15aに内側部材15bを嵌合させ、シリンドリカルレンズ4とシリンドリカルレンズ5との軸上面間隔が所定の大きさになり、かつ、シリンダ母線の方向が同一となるように、両者を回転・移動させて調整した後、固定してレンズブロックとする。

【0040】一方、V溝16aの中心線16b(図5)が本体装置の光軸と略一致するように台座16を調整した後、台座16を取付基板9(図2)に取り付けておく。すると、この台座16に、光学調整を行った前記レンズブロックを載置するだけで、光軸中心(つまり、光軸の高さと方向)を一致させることができる。最後に、レンズブロックの位置(すなわち、他の光学要素(半導体レーザー素子1、1'等)までの光軸方向の距離及びシリンダ母線の方向)を調整し、板バネ21で固定する。このようにすれば、シリンドリカルレンズ4、5の位置決めを簡単に、かつ、精度良く行うことができる。

【0041】次に、ポリゴンミラー6を説明する。上記シリンドリカルレンズ群12によってポリゴンミラー6の偏向面近傍で副走査方向に一旦集光された2本のレーザビームは、同時に、矢印a方向(図1)に回転するポリゴンミラー6の偏向面によって、感光体ドラム25の主走査方向(図1中の矢印b方向)に偏向される。ポリゴンミラー6は、その回転軸6aに対して平行な8つの反射面を偏向面として備えた正八角形柱形状を成している。そして、取付基板9の裏面に取り付けられたモータ(図示せず)で駆動されて、回転軸6aの周りに等速度で高速回転することにより、レーザビームを偏向するようになっている。尚、ポリゴンミラー6は、ほこり除けのためカバー(図示せず)内に収容されており、ポリゴンミラー6の偏向面に入射するレーザビームやポリゴンミラー6の偏向面で反射されたレーザビームは、カバーの側面に設けられたガラス窓6w(図2)を透過することになる。

【0042】次に、走査レンズ群13とシリンドリカルレンズ24を説明する。ポリゴンミラー6の偏向面で偏向された2本のレーザビームは、主走査方向に正の屈折力を有する走査レンズ群13によって、主走査方向に集光する。また、走査レンズ群13と感光体ドラム25との間に配設されている、副走査方向に正の屈折力を有するシリンドリカルレンズ24によって、2本のレーザビームは副走査方向に集光される。したがって、2本のレーザビームは、感光体ドラム25上において副走査方向に所定の間隔離れた2つのスポットとして結像することになる。そして、主走査は、2本のレーザビームが副走査方向に所定の間隔離れた平行な2本の走査線を同時に形成することによって行われ、一方、副走査は、感光体ドラム25が矢印c方向(図1)へ回転することによって行われる。

【0043】第1実施形態では、2枚のレンズ7、8か

10

20

30

40

50

らなる走査レンズ群13が、全体として $f\theta$ レンズを構成している。したがって、ポリゴンミラー6の偏向面が等角速度で回転すると、偏向面で偏向される2本のレーザビームの偏向角の角速度は一定となり、2本のレーザビームがそれぞれ感光体ドラム25上を主走査方向(図1中の矢印b方向)に等速度で走査することになる。

尚、走査レンズ群13と副走査方向に正の屈折力を有するシリンドリカルレンズ24とからなる構成を、主走査方向と副走査方向とで異なる屈折力を有するトロイダルレンズ、非球面レンズ等に置き換えることも可能である。

【0044】次に、図6～図9を用いて光源装置の説明を行う。上述したレーザ走査光学装置は、2本のレーザビームで走査を行う構成となっているため、2組の光源装置A、B(図1～図3)を備えているが、1/2波長板14を保持する構成を除けば、光源装置A、Bの構成は同じであるので、ここでは光源装置Aを例に挙げて説明する。尚、図6～図9は、それぞれ光源装置Aの正面図、上面図、側面図及び分解斜視図である。

【0045】光源装置Aは、半導体レーザ素子1と、レーザ保持部材101と、コリメータレンズ2と、鏡筒104と、第1、第2鏡筒保持部材102、103と、で構成されている。前述したように、半導体レーザ素子1はレーザビームを射出し、鏡筒104で保持されているコリメータレンズ2は、そのレーザビームを略平行光束にする。第1、第2鏡筒保持部材102、103は、鏡筒104と同種の材料からなり、コリメータレンズ2の光軸108に平行な面(すなわち、第1鏡筒保持部材102のV溝102aを構成している面と、第2鏡筒保持部材103の凹溝103aを構成している面)を介して鏡筒104を保持する。レーザ保持部材101は、第1、第2鏡筒保持部材102、103とは異種の材料からなり、コリメータレンズ2の光軸108に垂直な面105を介して第1鏡筒保持部材102と接合されるとともに、半導体レーザ素子1を保持する。

【0046】図7に示すように、レーザ保持部材101は、光軸108に垂直な面105を介して第1鏡筒保持部材102にネジ106aで取り付けられる構成になっている。その取り付け時に、光軸108に垂直な面105に沿って半導体レーザ素子1の位置を2次元的に調整することができる。また、図6、図9に示すように、鏡筒104は、第1鏡筒保持部材102のV溝102aと第2鏡筒保持部材103の凹溝103aとの間に挟持され、かつ、図7、図8に示すように、光軸108方向の位置が調整可能な状態で、第1、第2鏡筒保持部材102、103にネジ106bで取り付けられるようになっている。したがって、V溝102a、凹溝103aを構成している各面に沿って、鏡筒104の光軸108方向の位置を調整しながら、鏡筒104を第1、第2鏡筒保持部材102、103に取り付けることができる。そし

て、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間の距離を初期調整した後、ネジ107を締め付けることによって、鏡筒104は第1、第2鏡筒保持部材102、103に固定される。

【0047】半導体レーザ素子1は発熱するので、レーザ保持部材101には熱伝導率の高い材料を用いなければならない。一方、鏡筒104及び第1、第2鏡筒保持部材102、103には、加工性が良いこと、コストの低減が可能であること等が要求されるため、レーザ保持部材101とは材質の異なった種類の材料を用いる必要がある。そこで、第1実施形態では、レーザ保持部材101の材料としてニッケル表面処理を施した鉄を用いており、鏡筒104及び第1、第2鏡筒保持部材102、103の材料としてアルミニウムを用いている。

【0048】図10は、第1実施形態に係る光源装置Aを模式的に示す概略構成図である。この光源装置Aは、半導体レーザ素子1と、コリメータレンズ2と、半導体レーザ素子1を保持するレーザ保持部材111と、コリメータレンズ2が装着される鏡筒113と、鏡筒113を嵌合保持する鏡筒保持部材112と、で構成されている。レーザ保持部材111は前記レーザ保持部材101に相当し、鏡筒保持部材112は前記第1、第2鏡筒保持部材102、103に相当し、鏡筒113は前記鏡筒104に相当する。

【0049】また、図10において、レーザ保持部材111と鏡筒保持部材112とは、光軸116に垂直な面(接合面)114を介して互いに圧接されており、鏡筒113と鏡筒保持部材112とは、光軸116に平行な面(接触面)115を介して接合されている。そして、鏡筒113と鏡筒保持部材112とは同種の材料からなっており、レーザ保持部材111と鏡筒保持部材112とは異種の材料からなっている。

【0050】鏡筒113と鏡筒保持部材112とは同種の材料からなっているため、鏡筒113の線膨張率と鏡筒保持部材112の線膨張率とは同じである。したがって、半導体レーザ素子1の発熱等によって鏡筒113と鏡筒保持部材112が熱膨張しても、鏡筒113と鏡筒保持部材112との接触面115では滑りやズレが生じない。しかも、コリメータレンズ2の光軸116に平行な面115を介して鏡筒保持部材112が鏡筒113を保持しているため、コリメータレンズ2の光軸116に沿って鏡筒113を移動させることにより、コリメータレンズ2の光軸116方向の位置を変えることができる。

【0051】レーザ保持部材111と鏡筒保持部材112とは異種の材料からなっているため、レーザ保持部材111の線膨張率と鏡筒保持部材112の線膨張率とは異なる。したがって、半導体レーザ素子1の発熱等によってレーザ保持部材111と鏡筒保持部材112が熱膨張すると、レーザ保持部材111と鏡筒保持部材112



との接合面114で滑りやズレが生じる。接合面114で摩擦を持ちながら滑りやズレが生じると、温度変化に対して再現性の悪い現象が起きることになる。しかし、レーザ保持部材111と鏡筒保持部材112とは、コリメータレンズ2の光軸116に垂直な面114を介して接合されているので、熱膨張しても上記滑りやズレが光軸116方向に現れることはない。

【0052】以上のように、レーザ保持部材101に相当するレーザ保持部材111；第1、第2鏡筒保持部材102、103に相当する鏡筒保持部材112及び鏡筒104に相当する鏡筒113が熱膨張しても、それに伴う滑りやズレは、V溝102a、凹溝103aを構成している各面に相当する接触面115では生じず、また、光軸108に垂直な面105に相当する接合面114では光軸116方向に現れない。したがって、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間の距離は、温度変化に伴って再現性よく変化することになる。このため、温度変化に伴う半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間の距離の変化、そして、その結果現れる光学系全体の焦点距離の変化を正確に予測することができる。これにより、光学系中の光源装置A、B以外の構成要素を用いて、光学系全体の焦点距離の変化を正確に補正することができる。

【0053】次に、第1実施形態における光学系の数値\*

Si	riy	riz	di	Ni	名称
S1	$\infty$	12.780	3.000	1.51118	シリンドリカルレンズ4
S2	$\infty$		12.783		
S3	$\infty$		2.200	1.48457	シリンドリカルレンズ5
S4	$\infty$	4.846	70.002		
S5	$\infty$		33.000		偏向面
S6	-254.411		7.000	1.51118	走査レンズ7
S7	1098.901		30.000		
S8	$\infty$		15.000	1.82389	走査レンズ8
S9	-147.454		163.844		
S10	$\infty$	44.590	5.000	1.48457	シリンドリカルレンズ24
S11	$\infty$		131.039		
S12					被走査面25a

【0056】表1に示す光学系を備えた第1実施形態のレーザ走査光学装置において、環境温度が20℃から40℃まで変化した場合のシミュレーション結果を、表2に示す。ただし、そのシミュレーション結果は、主走査方向及び副走査方向のスポット径が最小となる位置を、

\*例を挙げて、第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の温度補償を更に詳細に説明する。表1に、第1実施形態を構成している光学系(シリンドリカルレンズ4から被走査面25aまでの光学系)のコンストラクションデータを示す。この光学系に用いられているシリンドリカルレンズ4の焦点距離f1は30mm、シリンドリカルレンズ5の焦点距離f2は-16mmである。

【0054】また、表1に示すコンストラクションデータにおいて、Si(i=1,2,3...)はビームスプリッタ3側から数えてi番目の面Si、riy(i=1,2,3...)はビームスプリッタ3側から数えてi番目の面Siの主走査方向の曲率半径、riz(i=1,2,3...)はビームスプリッタ3側から数えてi番目の面Siの副走査方向の曲率半径、di(i=1,2,3...)はビームスプリッタ3側から数えてi番目の軸上面間隔、Ni(i=1,2,3...)はビームスプリッタ3側から数えてi番目のレンズの波長780nmの光線に対する屈折率、である。なお、コンストラクションデータ中、半導体レーザ素子1、1'；コリメータレンズ2、2'及びビームスプリッタ3の構成は省略しているが、シリンドリカルレンズ4のビームスプリッタ3側の面S1には、物体距離無限遠の平行光束が入射するものとする。

【0055】

【表1】

被走査面25aを基準としてmm単位で表したものである。

【0057】

【表2】

計算条件	主走査方向の スポット径が 最小となる位置	副走査方向の スポット径が 最小となる位置
レーザ波長:780.0nm 物体距離の変化量:0.000(基準) 温度:20℃	0.115	-0.033
レーザ波長:784.6nm 物体距離の変化量:-0.00469 温度:40℃	0.227	-0.061
20℃～40℃の変化量	0.112	-0.028

【0058】第1実施形態に係るレーザ走査光学装置では、温度変化に対して光学系全体の焦点距離の変化が再現性よく現れるため、焦点距離の変動に関しては表2に示す結果が常に期待できる。しかしながら、従来の光源装置が用いられたレーザ走査光学装置では、温度変化に対する挙動に再現性がないため、上記コンストラクションデータで示すような各シリンジカルレンズを設計することができない。

【0059】次に、このレーザ走査光学装置における焦点距離の温度補償条件について、実際の設計手順を示しながら説明する。第1実施形態のレーザ走査光学装置は、環境温度の変動により発生する光学系の焦点距離の変動を補償するために、具体的には次の手順(1)～(3)で設計されている。

【0060】(1):被走査面25a上でのスポット径やポリゴンミラー6の回転速度等から、主走査方向の屈折力配置及びシリンジカルレンズ24の屈折力を決定する。

(2):上記(1)で決定された屈折力配置に対して、主走査方向における単位温度あたりの焦点距離変動を計算し、その計算に基づいて光源装置A、Bの構成を決定する。

(3):上記(2)で決定した光源装置A、Bに対して、副走査方向にのみ屈折力を有するシリンジカルレンズ4、5の屈折力配置を決定する。

【0061】上記手順(1)～(3)に従って設計された第1実施形態のレーザ走査光学装置について、光源装置A、Bとシリンジカルレンズ4、5との実際の設計手順を説明する。なお、以下の考察では光源装置Aを例に挙げるが、光源装置Bに関してもその設計手順等は全く同様である。

【0062】図11は、第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の主走査方向断面の屈折力配置を示す模式図である。図中、Sは半導体レーザ素子1の光源(発光点)、 $f_c$ はコリメータレンズ2の焦点距離、 $f_M$ は走査レンズ群13の主走査方向の焦点距離、Pはポリゴンミラー6の

偏向面、Iは感光体ドラム25の被走査面25aである。この主走査断面での屈折力配置は、被走査面Iでの所望の画像性能から決定される。また、Lは半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔を表し、 $\Delta LBM$ は主走査方向においてスポット径が最小となる位置の被走査面Iからの光軸方向の誤差(ただし、光源Sから遠くなる方向を正とする。)を表す。

【0063】このレーザ走査光学装置の主走査方向における、環境温度の変化に対する被走査面I上でのスポット径の変動要因には、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動の他に、①レーザ光源(半導体レーザ素子1)の発振波長の変動による、コリメータレンズ2及び走査レンズ群13(走査レンズ7、8)での軸上色収差の変動、②コリメータレンズ2の屈折力の変動、③走査レンズ群13の屈折力の変動、がある。レーザ走査光学装置を具体化するにあたっては、主走査方向において、これらの4つの要因を図12に示すように組み合わせる。つまり、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動によって、上記①～③の変動が相殺されるように計算して光源装置Aを設計する。

【0064】表3に、焦点距離 $f_c$ が15mmのコリメータレンズ2を用い、環境温度の変動量 $\Delta T$ を20℃としたときの、 $\Delta LBM$ に対する各変動要因①～③の寄与と、変動要因①～③のすべての寄与を合計した総和 $\Sigma \Delta LBM$ 、の主走査方向における計算結果を示す。ただし、表3に示す $\Delta LBM$ の計算にあたっては、表4に示す各硝材の線膨張係数 $\alpha$ 、屈折率の温度変化率 $dn/dT$ の値を用い、温度変動によるレンズ形状の変化は、相似関係を保持しながら行われるものと仮定している。したがって、各面の曲率半径は、表4に示す線膨張係数 $\alpha$ に環境温度の変動量 $\Delta T$ を乗じて計算されている。また、半導体レーザ素子1の温度変化による発振波長変化率 $d\lambda/dT$ として、 $d\lambda/dT=0.23\text{nm/deg}$ を用いている。

【0065】

【表3】

変動要因	$\Delta LBM(mm)$	$\Sigma \Delta LBM(mm)$
①各レンズでの軸上色収差の変動	1.999	1.665
②コリメータレンズ2の屈折力の変動	-0.288	
③走査レンズ群13の屈折力の変動	-0.045	

【0066】

\* \* 【表4】

硝材	線膨張係数 $\alpha (mm/deg)$	屈折率の温度変化率 $dn/dT(1/deg)$
SF57 (コリメータレンズ2と 走査レンズ8の硝材)	$79 \times 10^{-7}$	$0.26 \times 10^{-5}$
BK7 (走査レンズ7の硝材)	$78 \times 10^{-7}$	$0.95 \times 10^{-5}$

【0067】表3の計算結果から分かるように、図11に示す屈折力配置では、環境温度が20℃変化すると、スポット径が最小となる位置は、主走査方向において1.665mmだけ半導体レーザ素子1から離れる方向に変化する。そこで、環境温度が20℃変化する際に、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動によって $\Delta LBM=-1.665mm$ 程度となるように光源装置Aを設計すれば、主走査方向における温度補償が達成されることになる。

【0068】今、仮に光源装置Aがすべてアルミニウム(線膨張係数 $\alpha_{AL}=23 \times 10^{-6}$ )で構成されているとすると、光源装置Aを原因として発生する $\Delta LBM$ は、 $\Delta LBM=-2.200mm$ となり、アルミニウムでは補正しすぎる結果となる。 $\Delta LBM=-1.665mm$ 程度となる光源装置Aの材料としては、線膨張係数 $\alpha$ が以下の値を有するものが要求される。

$$\alpha = \alpha_{AL} \times 1.665 / 2.220 \\ = 17.3 \times 10^{-6}$$

【0069】しかしながら、光源装置A(図6～図9)においては、半導体レーザ素子1を保持するレーザ保持部材101と、コリメータレンズ2の鏡筒104を保持する第1、第2鏡筒保持部材102、103とは、前述したように異種の材料で構成される必要がある。したがって、異種の材料の接合を加味して光源装置A全体の見かけ上の線膨張係数 $\alpha_M$ (以下このような見かけ上の線膨張係数を加重平均線膨張係数と記す。)が上記の値 $\alpha$ となるように、レーザ保持部材101と第1、第2鏡筒保持部材102、103とのそれぞれの構成を決定しなければならない。

【0070】図13は、異なる2つの材料M1とM2とを接合した場合のサイズと線膨張係数との関係をモデル化した模式図である。図13に示すモデルにおいて、全長を $L_{total}$ とし、材料M1の全長方向の長さを $x$ とし、材料M1、M2の線膨張係数をそれぞれ $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ とする。このモデルにおいて、各材料M1、M2に対する

線膨張係数 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ と加重平均線膨張係数 $\alpha_M$ との関係は、以下の式(1)で規定される。

$$\alpha_M \cdot L_{total} = \alpha_1 \cdot x + \alpha_2 \cdot (L_{total} - x) \quad \cdots (1)$$

【0071】第1実施形態に係る光源装置Aに対して上記式(1)を適用する。式(1)に $\alpha_M=17.3 \times 10^{-6}$ 、 $L_{total}=15mm$ 、 $\alpha_1=23 \times 10^{-6}$ (アルミニウムの値)、 $\alpha_2=11.7 \times 10^{-6}$ (鉄の値)をそれぞれ代入して $x$ を求めると、以下の値が導出される。

$$x = 7.43$$

【0072】したがって、第1実施形態に係る光源装置Aにおいて、コリメータレンズ2の焦点距離が15mmのときに、加重平均線膨張係数 $\alpha_M$ の値を $\alpha_M=17.3 \times 10^{-6}$ とするには、アルミニウムを材料とする部材を7.43mmとし、鉄を材料とする部材を7.57mmとすればよいことが分かる。つまり、第1実施形態に係る光源装置Aでは、2つの部材の接合位置を以下の(A)、(B)のように決定すれば、主走査方向における各部材の配置が決定される。  
(A): レーザ保持部材101はニッケル表面処理を施した鉄からなっているので、半導体レーザ素子1の発光位置から接合面105までの光軸方向の長さを7.57mmとする。

(B): 第1鏡筒保持部材102はアルミニウムからなっているので、コリメータレンズ2の光軸方向の位置から接合面105までの光軸方向の長さを7.43mmとする。

【0073】次に、上記光源装置Aの主走査方向の構成に基づいて副走査方向の構成を決定する。図14は、第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の副走査方向断面の屈折力配置を示す模式図である。図中、Sは半導体レーザ素子1の光源(発光点)、 $f_c$ はコリメータレンズ2の焦点距離、 $f_1$ はシリンドリカルレンズ4の焦点距離、 $f_2$ はシリンドリカルレンズ5の焦点距離、 $f$ はシリンドリカルレンズ4、5(シリンドリカルレンズ群12)の合成焦点距離、 $f_S$ は走査レンズ群13とシリンドリカルレンズ24との副走査方向の合成焦点距離、Pはポリゴンミラー6の偏向面、Iは感光体ドラム25の被走査面25

aである。また、Lは半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔を表し、dはシリンドリカルレンズ4、5の間隔、S2'はシリンドリカルレンズ5の像側面から偏向面Pまでの距離、 $\Delta LBS$ は副走査方向においてスポット径が最小となる位置の被走査面Iからの光軸方向の誤差(光源Sから遠くなる方向を正とする。)を表す。さらに、偏向面Pから被走査面Iまでの光学系倍率を $\beta$ とする。

【0074】副走査方向の各焦点距離の値のうち、fSは面倒れ補正に対する感度や被走査面I上での所望のスポット径から決定される。また、第1実施形態の場合、 $\beta=-0.73$ としている。したがって、副走査方向においては、 $\beta=-0.73$ となるfSに対して整合するとともに、全系の副走査方向の焦点距離変化を補償するように、シリンドリカルレンズ4、5の屈折力を決定すればよい。

【0075】このレーザ走査光学装置の副走査方向における、環境温度の変化に対する被走査面I上でのスポット径の変動要因には、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動の他に、①レーザ光源(半導体レーザ素子1)の発振波長の変動による、コリメータレンズ2、走査レンズ群13(走査レンズ7、8)及びシリンドリカルレンズ24での軸上色収差の変動、②コリメータレンズ2の屈折力の変動、③走査レンズ群13の屈折力の変動、④シリンドリカルレンズ群12(シリンドリカルレンズ7、8)の屈折力の変動、⑤レーザ光源の発

\* 振波長の変動による、シリンドリカルレンズ群12での軸上色収差の変動、がある。レーザ走査光学装置を具体化するにあたっては、副走査方向において、これらの6つの要因を図15に示すように組み合わせる。つまり、上記④及び⑤が適切な値となるようにシリンドリカルレンズ4、5の形状を決定し、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動と上記①～③の変動とを合成した変動が、上記④及び⑤によって相殺されるように設計する。

10 【0076】表5に、主走査方向について決定された光源装置Aにおいて、環境温度の変動量 $\Delta T$ を $20^{\circ}\text{C}$ としたときの、 $\Delta LBS$ に対する各変動要因(つまり、変動要因①～③、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動)の寄与と、変動要因のすべての寄与を合計した総和 $\Sigma \Delta LBS$ 、の副走査方向における計算結果を示す。ただし、表5に示す $\Delta LBS$ の計算にあたっては、表6に示す各硝材の線膨張係数 $\alpha$ 、屈折率の温度変化率 $dn/dT$ の値を用い、温度変動によるレンズ形状の変化は、相関関係を保持しながら行われるものと仮定している。

20 したがって、各面の曲率半径は、表6に示す線膨張係数 $\alpha$ に環境温度の変動量 $\Delta T$ を乗じて計算されている。また、半導体レーザ素子1の温度変化による発振波長変化率 $d\lambda/dT$ として、 $d\lambda/dT=0.23\text{nm/deg}$ を用いている。

【0077】

【表5】

変動要因	$\Delta LBS(\text{mm})$	$\Sigma \Delta LBS(\text{mm})$
①各レンズでの軸上色収差の変動	0.671	1.256
②コリメータレンズ2の屈折力の変動	-0.084	
③走査レンズ群13の屈折力の変動	1.146	
半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動	-0.477	

【0078】

※ ※ 【表6】

硝材	線膨張係数 $\alpha(\text{mm/deg})$	屈折率の温度変化率 $dn/dT(1/\text{deg})$
SF57 (コリメータレンズ2と走査レンズ8の硝材)	$79 \times 10^{-7}$	$0.26 \times 10^{-5}$
BK7 (シリンドリカルレンズ4、走査レンズ7の硝材)	$78 \times 10^{-7}$	$0.95 \times 10^{-5}$
PMMA(樹脂) (シリンドリカルレンズ5、24の材料)	$700 \times 10^{-7}$	$-1.07 \times 10^{-4}$

【0079】表5の計算結果から分かるように、図14に示す屈折力配置では、環境温度が $20^{\circ}\text{C}$ 変化すると、スポット径が最小となる位置は、副走査方向において1.256mmだけ半導体レーザ素子1から離れる方向に変化す

る。そこで、環境温度が $20^{\circ}\text{C}$ 変化する際に、シリンドリカルレンズ4、5によって $\Delta LBS=-1.256\text{mm}$ 程度となるようにシリンドリカルレンズ4、5の屈折力を設計すれば、副走査方向における温度補償が達成されることにな

る。

【0080】例えば、BK7からなる正レンズをシリンドリカルレンズ4として用い、AC(樹脂)からなる負レンズをシリンドリカルレンズ5として用いた場合、fSの値と整合しつつ $\Delta LBS=-1.256\text{mm}$ 程度となるシリンドリカルレンズ4、5の屈折力の組み合わせは、表7に示すように複数解存在する。

【0081】

【表7】

f1(mm)	f2(mm)	d(mm)	S2'(mm)
25	-10	12.8	70.8
30	-16	12.9	91.5
35	-25	10.9	118.7
40	-35	8.5	140.8
45	-45	6.6	155.8
50	-60	1.5	180.9

\*

変動要因	$\Delta LBS(\text{mm})$	$\Sigma \Delta LBS(\text{mm})$
④シリンドリカルレンズ群12の屈折力の変動	-1.270	-1.234
⑤シリンドリカルレンズ群12での軸上色収差の変動	0.036	

【0084】以上のようにして、 $\Sigma \Delta LBS=-1.234$ が得られる。副走査方向においては、この値と表5に示す $\Sigma \Delta LBS=1.256$ とが相殺されるため、環境温度の変動が20℃の場合のトータルの $\Sigma \Delta LBS$ は、以下に示すように非常に小さな値となる。したがって、環境温度が変動しても光学系全体の焦点距離が変化しない具体的なレーザ走査光学装置は、以上説明したように設計可能である。

$$\Sigma \Delta LBS(\text{total})=1.256+(-1.234)$$

$$=0.022(\text{mm})$$

【0085】《第2実施形態(図16～図21)》次に、本発明に係る第2実施形態を説明する。図16は第2実施形態に係るレーザ走査光学装置の上面図であり、図17はそのレーザ走査光学装置を正面側から見たときの縦断面図である。このレーザ走査光学装置は、前記第1実施形態に係る光源装置Aと同一構成の光源装置A、シリンドリカルレンズ群205、ポリゴンミラー206、走査レンズ群210、自由曲面レンズ211、ミラー212、感光体ドラム213等を備えている。

【0086】光源装置Aは、前述したようにレーザビームを射出する半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2とを、内部に保持している。シリンドリカルレンズ群205は、副走査方向にのみ正の屈折力を有するシリンドリカルレンズ203と、プラスチックを材料とし副走査方向にのみ負の屈折力を有するシリンドリカルレンズ204とからなっている。走査レンズ群210は、負の屈折力を有する走査レンズ207と、正の屈折力を有する

\*【0082】このうち、例えば $f1=30$ ,  $f2=-16$ の場合について $\Delta LBS$ を計算すると、表8に示すようになる。ただし、表8に示す $\Delta LBS$ の計算にあたっては、表6に示す各硝材の線膨張係数 $\alpha$ 、屈折率の温度変化率 $dn/dT$ の値を用い、温度変動によるレンズ形状の変化は、相似関係を保持しながら行われるものと仮定している。したがって、各面の曲率半径は、表6に示す線膨張係数 $\alpha$ に環境温度の変動量 $\Delta T$ を乗じて計算されている。また、半導体レーザ素子1の温度変化による発振波長変化率 $d\lambda/dT$ として、 $d\lambda/dT=0.23\text{nm/deg}$ を用いている。

【0083】

【表8】

走査レンズ208と、正の屈折力を有する走査レンズ209とからなっている。自由曲面レンズ211は、プラスチックを材料とし副走査方向にのみ正の屈折力を有している。感光体ドラム213は、被走査面213aとなる感光体表面を備えている。

【0087】第2実施形態に係るレーザ走査光学装置は、第1実施形態に係るレーザ走査光学装置と同様に、概略、光源装置Aから射出されたレーザビームがポリゴンミラー206によって偏向され、感光体ドラム213上を走査する構成となっている。第1実施形態に係るレーザ走査光学装置と第2実施形態に係るレーザ走査光学装置との相違点としては、①光源装置Aが1つである点、②半導体レーザ素子1の発光位置が、コリメータレンズ2の焦点位置からわずかにずれて配置されており、コリメータレンズ2からは収束光が射出される点、③走査レンズ群210が3枚のレンズからなる点、④感光体ドラム213側に配置されるシリンドリカルレンズ211が、副走査方向には屈折力を有しない拡張トーリック面で定義される自由曲面レンズである点、が挙げられる。

【0088】表9に、第2実施形態を構成している光学系(半導体レーザ素子1のウィンドウガラスから被走査面213aまでの光学系)のコンストラクションデータを示す。ただし、表9に示すコンストラクションデータにおいて、Si(i=1,2,3...)は半導体レーザ素子1側から数えてi番目の面Si、 $riy(i=1,2,3...)$ は半導体レーザ素

子1側から数えてi番目の面Siの主走査方向の曲率半径、 $r_{iz}$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )は半導体レーザ素子1側から数えてi番目の面Siの副走査方向の曲率半径、 $d_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )は半導体レーザ素子1側から数えてi番目の軸上面間隔、 $N^*$

\*  $i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )は半導体レーザ素子1側から数えてi番目のレンズの波長780nmの光線に対する屈折率、である。

【0089】

【表9】

Si	$r_{iy}$	$r_{iz}$	$d_i$	$N_i$	名称
S1	$\infty$				
S2	$\infty$		5.45	1.51118	1のウインドウガラス
S3	-158.756		10.36		
S4*	-12.625		2.50	1.82489	コリメータレンズ2
S5s	$\infty$	15.335	49.01		
S6	$\infty$		3.00	1.51118	シリンドリカルレンズ203
S7	$\infty$		4.07		
S8s	$\infty$	15.565	2.20	1.51882	シリンドリカルレンズ204
S9	$\infty$		66.92		
S10	$\infty$		2.00	1.51118	206のウインドウガラス
S11	$\infty$		8.00		偏向面
S12	$\infty$		5.00		
S13	$\infty$		2.00	1.51118	206のウインドウガラス
S14	-103.692		26.00		
S15	$\infty$		9.15	1.82489	走査レンズ207
S16	$\infty$		2.00		
S17	-93.325		12.93	1.51118	走査レンズ208
S18	987.908		5.22		
S19	-140.872		15.00	1.51118	走査レンズ209
S20+	$\infty$		90.70		
S21	$\infty$		7.00	1.51882	自由曲面レンズ211
S22	$\infty$		25.00		
S23	$\infty$		2.00	1.51118	基板のウインドウガラス
S24			168.00		被走査面213a

【0090】表9のコンストラクションデータにおいて、\*印が付された面S4(コリメータレンズ2の像側面)は、軸対称非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす次の式(AS)で定義されるものとする。また、表10に、面S4の非球面係数 $A_i$ 及び2次曲線パラメータ $\epsilon$ の値を示す。

40

【0091】

【数1】

$$X = \frac{C \cdot Y^2}{1 + (1 - \epsilon \cdot Y^2 - C^2)^{1/2}} + \sum_i A_i Y^i \quad \dots (AS)$$

【0092】但し、式(AS)中、

X:光軸方向の基準面からの変位量、

Y:光軸に対して垂直な方向の高さ、

C:近軸曲率、

 $\epsilon$ :2次曲線パラメータ、 $A_i$ :i次の非球面係数

である。

【0093】

【表10】

S4の2次曲線パラメータ	
$\epsilon$	1.00000
S4の非球面係数	
A4	$0.32063517 \times 10^{-4}$
A6	$0.16507685 \times 10^{-8}$
A8	$0.72666582 \times 10^{-9}$
A10	$0.43489896 \times 10^{-11}$

【0094】表9のコンストラクションデータにおいて、s印が付された面S5, S8は、副走査方向にのみ屈折力を有するシリンドリカル面であることを示す。また、表9のコンストラクションデータにおいて、+印が付され

50

た面S20は、拡張トーリック面で構成された面であることを示し、拡張トーリック面の面形状を表す以下の一般式(TA)で定義されるものとする。式(TA)中の $\kappa$ 、 $\rho$ 、 $A$ は、式(TB)、(TC)、(TD)でそれぞれ表され、式(TD)中の $a_{i,j}$ については、 $a_{0,0} \equiv 0$ 、 $a_{1,1} \equiv 0$ 、 $a_{1,j} \equiv 0$ である。ただし、以下の式(TA)～(TD)は、3次元空間座標(x:光軸方向、y:主走査方向、z:副走査方向)において定義されているものとする。

【0095】

【数2】

$$x = \frac{\kappa \cdot y^2}{1 + (1 - \mu \cdot \kappa^2 \cdot y^2)^{1/2}} + \rho + A \quad \cdots (TA)$$

$$\kappa = \frac{K}{1 - K \cdot \rho} \quad \cdots (TB)$$

$$\rho = \frac{c \cdot z^2}{1 + (1 - \varepsilon \cdot c^2 \cdot z^2)^{1/2}} \quad \cdots (TC)$$

$$A = \sum_{i=0}^{16} \left[ \sum_{j=0}^8 a_{i,j} \cdot |y|^i \right] \cdot |z|^j \quad \cdots (TD)$$

【0096】上記拡張トーリック面は、基準zトーリック面に2次元的な付加項A(y,z)を加えたものとして得られる。ここで、主走査断面における曲線を主曲線、副走査断面における曲線をプロファイル曲線とすると、K、cはそれぞれ面頂点での主曲線方向、プロファイル曲線方向の曲率(正確には、それぞれ $K+2a_{0,2}$ 、 $c+2a_{2,0}$ )を表し、 $\mu$ 、 $\varepsilon$ はそれぞれ主曲線方向、プロファイル曲線方向の2次曲線パラメータを表す。これらのパラメータの値を表11に示す。

【0097】

【表11】

計算条件	主走査方向の スポット径が 最小となる位置	副走査方向の スポット径が 最小となる位置
レーザー波長:780.0nm 物体距離の変化量:0.000(基準) 温度:20℃	0.1690	0.1228
レーザー波長:784.6nm 物体距離の変化量:-0.00469 温度:40℃	0.0910	0.0248
20℃～40℃の変化量	-0.078	-0.098

【0101】図18は、第2実施形態に係るレーザー走査 50 光学装置の主走査方向断面の屈折力配置を示す模式図で

\*

S20のパラメータ			
$\varepsilon$	1.00000	1/c	$\infty$
$\mu$	1.00000	1/K	$\infty$
$a_{i,j}$			
j	i=0	i=2	
0	-----	$0.72252849 \times 10^{-2}$	
2	0.0000000	$0.35899343 \times 10^{-6}$	
3	$-0.28553171 \times 10^{-5}$	0.00000000	
4	$0.39519856 \times 10^{-7}$	$-0.21322561 \times 10^{-10}$	
5	$0.31113506 \times 10^{-9}$	0.00000000	
6	$-0.93170763 \times 10^{-11}$	$0.92404715 \times 10^{-15}$	
7	$0.76062437 \times 10^{-13}$	0.00000000	
8	$-0.30715986 \times 10^{-15}$	$-0.33573125 \times 10^{-19}$	
9	$0.63442733 \times 10^{-18}$	0.00000000	
10	$-0.53836434 \times 10^{-21}$	$0.85731910 \times 10^{-24}$	
12	-----	$-0.13709605 \times 10^{-28}$	
14	-----	$0.12245854 \times 10^{-33}$	
16	-----	$-0.46544594 \times 10^{-39}$	

【0098】また、自由曲面レンズ211は、通常のシリンドリカルレンズとは異なり、主走査方向について対称軸を有している。第2実施形態に係るレーザー走査光学装置では、この自由曲面レンズ211の対称軸を、走査レンズ群210の光軸から主走査方向の上流側へ150mmずらして配置している。このように配置することにより、走査レンズ群210で発生する像面湾曲の非対称性(つまり、主走査方向の上流側と下流側との非対称性)を補正することができる。

【0099】表9に示す光学系を備えた第2実施形態のレーザー走査光学装置において、環境温度が20℃から40℃まで変化した場合のシミュレーション結果を、表12に示す。ただし、そのシミュレーション結果は、主走査方向及び副走査方向のスポット径が最小となる位置を、被走査面213aを基準としてmm単位で表したものである。

【0100】

【表12】

ある。図中、Sは半導体レーザ素子1の光源(発光点)、 $f_c$ はコリメータレンズ2の焦点距離、 $f_M$ は走査レンズ群210の主走査方向の焦点距離、Pはポリゴンミラー206の偏向面、Iは感光体ドラム213の被走査面213aである。この主走査断面での屈折力配置は、被走査面Iでの所望の画像性能から決定される。また、Lは半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔を表し、Dは偏向面Pからコリメータレンズ2が形成する仮想像点位置(物点)OPまでの距離、 $\Delta LBM$ は主走査方向においてスポット径が最小となる位置の被走査面Iからの光軸方向の誤差(ただし、光源Sから遠くなる方向を正とする。)を表す。

【0102】このレーザ走査光学装置の主走査方向における、環境温度の変化に対する被走査面I上でのスポット径の変動要因には、第1実施形態の場合と同様、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動の他に、①レーザ光源(半導体レーザ素子1)の発振波長の変動による、コリメータレンズ2及び走査レンズ群210(走査レンズ207、208、209)での軸上色収差の変動、②コリメータレンズ2の屈折力の変動、③走査レ

\*装置を具体化するにあたっては、主走査方向において、これらの4つの要因を図19のように組み合わせる。つまり、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動によって、上記①～③の変動が相殺されるように計算して光源装置Aを設計する。

【0103】表13に、焦点距離 $f_c$ が15mmのコリメータレンズ2を用い、環境温度の変動量 $\Delta T$ を20℃としたときの、 $\Delta LBM$ に対する各変動要因①～③の寄与と、変動要因①～③のすべての寄与を合計した総和 $\Sigma \Delta LBM$ 、の主走査方向における計算結果を示す。ただし、表13に示す $\Delta LBM$ の計算にあたっては、表14に示す各硝材の線膨張係数 $\alpha$ 、屈折率の温度変化率 $dn/dT$ の値を用い、温度変動によるレンズ形状の変化は、相似関係を保持しながら行われるものと仮定している。したがって、各面の曲率半径は、表14に示す線膨張係数 $\alpha$ に環境温度の変動量 $\Delta T$ を乗じて計算されている。また、半導体レーザ素子1の温度変化による発振波長変化率 $d\lambda/dT$ として、 $d\lambda/dT=0.23\text{nm/deg}$ を用いている。

【0104】

【表13】

変動要因	$\Delta LBM(\text{mm})$	$\Sigma \Delta LBM(\text{mm})$
①各レンズでの軸上色収差の変動	2.2215	1.9137
②コリメータレンズ2の屈折力の変動	-0.3728	
③走査レンズ群210の屈折力の変動	-0.0650	

【0105】

※ ※ 【表14】

硝材	線膨張係数 $\alpha (\text{mm/deg})$	屈折率の温度変化率 $dn/dT (1/\text{deg})$
SF57 (コリメータレンズ2と走査レンズ207の硝材)	$79 \times 10^{-7}$	$0.26 \times 10^{-5}$
BK7 (走査レンズ208, 209; カバーガラス類の硝材)	$78 \times 10^{-7}$	$0.95 \times 10^{-5}$

【0106】表13の計算結果から分かるように、図18に示す屈折力配置では、環境温度が20℃変動すると、スポット径が最小となる位置は、主走査方向において1.9137mmだけ半導体レーザ素子1から離れる方向に変化する。そこで、環境温度が20℃変化する際に、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動によって $\Delta LBM=-1.9137\text{mm}$ 程度となるように光源装置Aを設計すれば、主走査方向における温度補償が達成されることになる。

【0107】第2実施形態においても第1実施形態の場合と同様の計算を行い、加重平均線膨張係数 $\alpha_M$ を求めると、以下の値が計算される。

$$\alpha_M = 16.75 \times 10^{-6}$$

【0108】この値 $\alpha_M$ を前述の式(1)に代入して、第2

実施形態に係る光源装置Aに対してxを求めると、以下の値が導出される。

$$x = 7.37$$

【0109】したがって、第2実施形態に係る光源装置Aにおいて、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔Lが16.5mmのときに、加重平均線膨張係数 $\alpha_M$ の値を $\alpha_M = 16.75 \times 10^{-6}$ とするには、アルミニウムを材料とする部材を7.37mmとし、鉄を材料とする部材を9.13mmとすればよいことが分かる。つまり、第2実施形態に係る光源装置Aでは、2つの部材の接合位置を以下の(C)、(D)のように決定すれば、主走査方向における各部材の配置が決定される。

(C)：レーザ保持部材101はニッケル表面処理を施した鉄からなっているので、半導体レーザ素子1の発光位



置から接合面105までの光軸方向の長さを9.13mmとする。

(D): 第1鏡筒保持部材102はアルミニウムからなっているので、コリメータレンズ2の光軸方向の位置から接合面105までの光軸方向の長さを7.37mmとする。

【0110】次に、上記光源装置Aの主走査方向の構成に基づいて副走査方向の構成を決定する。図20は、第2実施形態に係るレーザ走査光学装置の副走査方向断面の屈折力配置を示す模式図である。図中、Sは半導体レーザ素子1の光源(発光点)、 $f_c$ はコリメータレンズ2の焦点距離、 $f_1$ はシリンダリカルレンズ203の焦点距離、 $f_2$ はシリンダリカルレンズ204の焦点距離、 $f$ はシリンダリカルレンズ203、204(シリンダリカルレンズ群205)の合成焦点距離、 $f_S$ は走査レンズ群210と自由曲面レンズ211との副走査方向の合成焦点距離、Pはポリゴンミラー206の偏向面、Iは感光体ドラム213の被走査面213aである。また、Lは半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔を表し、 $d$ はシリンダリカルレンズ203、204の面間隔、 $S_2'$ はシリンダリカルレンズ204の像側面から偏向面Pまでの距離、Dは偏向面Pからコリメータレンズ2が形成する仮想像点位置(物点)OPまでの距離、 $\Delta LBS$ は副走査方向においてスポット径が最小となる位置の被走査面Iからの光軸方向の誤差(光源Sから遠くなる方向を正とする。)を表す。さらに、偏向面Pから被走査面Iまでの光学系倍率を $\beta$ とする。

【0111】副走査方向の各焦点距離の値のうち、 $f_S$ は面倒れ補正に対する感度や被走査面I上での所望のスポット径から決定される。第2実施形態の場合も第1実施形態と同様に、 $f_S$ に対して整合するとともに、全系の副走査方向の焦点距離変化を補償するように、シリンダリカルレンズ203、204の屈折力を決定すればよい。

【0112】このレーザ走査光学装置の副走査方向における、環境温度の変化に対する被走査面I上でのスポット径の変動要因には、半導体レーザ素子1とコリメータ\*

\* レンズ2との間隔変動の他に、①レーザ光源(半導体レーザ素子1)の発振波長の変動による、コリメータレンズ2、走査レンズ群210(走査レンズ207、208、209)及びシリンダリカルレンズ211での軸上色収差の変動、②コリメータレンズ2の屈折力の変動、③走査レンズ群210の屈折力の変動、④シリンダリカルレンズ群205(シリンダリカルレンズ203、204)の屈折力の変動、⑤レーザ光源の発振波長の変動による、シリンダリカルレンズ群205での軸上色収差の変動、がある。レーザ走査光学装置を具体化するにあたっては、副走査方向において、これらの6つの要因を図21に示すように組み合わせる。つまり、上記④及び⑤が適切な値となるようにシリンダリカルレンズ203、204の形状を決定し、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動と上記①～③の変動とを合成した変動が、上記④及び⑤によって相殺されるように設計する。

【0113】表15に、主走査方向について決定された光源装置Aにおいて、環境温度の変動量 $\Delta T$ を $20^\circ\text{C}$ としたときの、 $\Delta LBS$ に対する各変動要因(つまり、変動要因①～③、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動)の寄与と、変動要因のすべての寄与を合計した総和 $\Sigma \Delta LBS$ 、の副走査方向における計算結果を示す。ただし、表15に示す $\Delta LBS$ の計算にあたっては、表16に示す各硝材の線膨張係数 $\alpha$ 、屈折率の温度変化率 $dn/dT$ の値を用い、温度変動によるレンズ形状の変化は、相似関係を保持しながら行われるものと仮定している。したがって、各面の曲率半径は、表16に示す線膨張係数 $\alpha$ に環境温度の変動量 $\Delta T$ を乗じて計算されている。また、半導体レーザ素子1の温度変化による発振波長変化率 $d\lambda/dT$ として、 $d\lambda/dT=0.23\text{nm/deg}$ を用いている。

【0114】

【表15】

変動要因	$\Delta LBS(\text{mm})$	$\Sigma \Delta LBS(\text{mm})$
①各レンズでの軸上色収差の変動	0.7145	2.5633
②コリメータレンズ2の屈折力の変動	-0.1029	
③走査レンズ群210の屈折力の変動	2.4780	
半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2との間隔変動	-0.5263	

【0115】

【表16】

硝材	線膨張係数 $\alpha$ (mm/deg)	屈折率の温度変化率 $dn/dT$ (1/deg)
SF57 (コリメータレンズ2と 走査レンズ207の硝材)	$79 \times 10^{-7}$	$0.26 \times 10^{-5}$
BK7 (シリンドリカルレンズ 203; 走査レンズ208, 209; カバーガラス類の硝材)	$78 \times 10^{-7}$	$0.95 \times 10^{-5}$
アモルファスポリオレフ ィン(樹脂) (シリンドリカルレンズ 204, 211の材料)	$700 \times 10^{-7}$	$-12 \times 10^{-5}$

【0116】表15の計算結果から分かるように、図20に示す屈折力配置では、環境温度が20℃変動すると、スポット径が最小となる位置は、副走査方向において2.563mmだけ半導体レーザ素子1から離れる方向に変化する。そこで、環境温度が20℃変化する際に、シリンドリカルレンズ203、204によって $\Delta LBS = -2.563$ mm程度となるようにシリンドリカルレンズ203、204の屈折力を設計すれば、副走査方向における温度補償が達成されることになる。

【0117】例えば、BK7から成る正レンズをシリンドリカルレンズ204として用い、アモルファスポリオレフィン(樹脂)からなる負レンズをシリンドリカルレンズ203として用いた場合、 $fS$ の値と整合しつつ $\Delta LBS = -2.563$ mm程度となるシリンドリカルレンズ203、204の屈折力の組み合わせは、表17に示すように複数存在する。

【0118】

【表17】

$f1$ (mm)	$f2$ (mm)	$d$ (mm)	$S2'$ (mm)
20	-12	6.56	49
25	-20	5.70	65
30	-30	4.00	78
35	-40	3.20	85
40	-55	0.00	97

30

\*

変動要因	$\Delta LBS$ (mm)	$\Sigma \Delta LBS$ (mm)
④シリンドリカルレンズ群205の屈折力の変動	-2.6252	-2.5613
⑤シリンドリカルレンズ群205での軸上色収差の変動	0.0639	

【0121】以上のようにして、 $\Sigma \Delta LBS = -2.5613$ が得られる。副走査方向においては、この値と表15に示す $\Sigma \Delta LBS = 2.5633$ とが相殺されるため、環境温度の変動が20℃の場合のトータルの $\Sigma \Delta LBS$ は、以下に示すように非常に小さな値となる。したがって、環境温度が変動しても光学系全体の焦点距離が変化しない具体的なレーザ走査光学装置は、以上説明したように第2実施形態に

\*【0119】このうち、例えば $f1=30$ ,  $f2=-30$ の場合について $\Delta LBS$ を計算すると、表18に示すようになる。ただし、表18に示す $\Delta LBS$ の計算にあたっては、表16に示す各硝材の線膨張係数 $\alpha$ 、屈折率の温度変化率 $dn/dT$ の値を用い、温度変動によるレンズ形状の変化は、相似関係を保持しながら行われるものと仮定している。したがって、各面の曲率半径は、表16に示す線膨張係数 $\alpha$ に環境温度の変動量 $\Delta T$ を乗じて計算されている。また、半導体レーザ素子1の温度変化による発振波長変化率 $d\lambda/dT$ として、 $d\lambda/dT = 0.23$ nm/degを用いている。

【0120】

【表18】

についても設計可能である。

$$\Sigma \Delta LBS(\text{total}) = 2.5633 + (-2.5613) = 0.0020(\text{mm})$$

【0122】《第3実施形態(図22)》次に、本発明に係る第3実施形態を説明する。図22は、第3実施形態に係るレーザ走査光学装置の画像書き込み光学系を示す斜視図である。このレーザ走査光学装置の光学系は、半

導体レーザ素子 301、鏡筒 302、フォーカシングレンズ 303、シリンドリカルレンズ 304、折り返しミラー 305、ポリゴンミラー 306 (第 1 実施形態に用いられているものと同じ。)、走査レンズ群 309 (第 1 実施形態に用いられているものと同じ。)、シリンドリカルレンズ 310、ミラー 311、感光体ドラム 312、等を備えている。

【0123】レーザビームを射出する半導体レーザ素子 301 と、内部にコリメータレンズ (図示せず) を保持する鏡筒 302 とは、前述した第 1 実施形態に係る光源装置 A と同一の光源装置 A を構成しており、前記保持部材 101~103 で保持されている。シリンドリカルレンズ 304 は、副走査方向にのみ正の屈折力を有している。走査レンズ群 309 は、負の屈折力を有する走査レンズ 307 と正の屈折力を有する走査レンズ 308 とからなっている。シリンドリカルレンズ 310 は、副走査方向にのみ正の屈折力を有している。感光体ドラム 312 は、被走査面 312a となる感光体表面を備えている。

【0124】また、フォーカシングレンズ 303 は、光軸方向に移動可能なベース板 313 上に取り付けられている。このベース板 313 の側面にはラック 313a が形成されており、ステッピングモータ 315 の軸に設けられているピニオンギア 314 と噛合している。ステッピングモータ 315 が回転すると、ピニオンギア 314 が回転し、ラック 313a を介してフォーカシングレンズ 303 が光軸方向に移動する。この機構によって、フォーカシングレンズ 303 を光軸方向に移動させることができる。

【0125】ステッピングモータ 315 は、フォーカシングレンズ駆動制御部 350 と接続されている。フォーカシングレンズ駆動制御部 350 は、演算部 351 からの制御信号によって制御され、演算部 351 が出力する信号に基づいて、ステッピングモータ 315 に駆動パルスを出力する。また、演算部 351 には、設定温度に相当する電圧値及びこの電圧値が変化した場合のフォーカシングレンズ 303 の移動量を格納した記憶部 353 と、温度に応じた電圧値を出力する温度センサ 352 とが接続されている。

【0126】以上の構成において、半導体レーザ素子 301 から射出されたレーザビームは、鏡筒 302 内に保持されているコリメータレンズと、フォーカシングレンズ 303 とによって平行光束とされた後、副走査方向についてはシリンドリカルレンズ 304 の作用によって、ポリゴンミラー 306 の偏向面上で主走査方向に長さを持つ線状となる。

【0127】シリンドリカルレンズ 304 によってポリゴンミラー 306 の偏向面近傍で副走査方向に一旦集光されたレーザビームは、ポリゴンミラー 306 の偏向面が矢印 a 方向 (図 22) に回転することによって、主走査

方向 (矢印 b 方向) に偏向される。ポリゴンミラー 306 の偏向面で偏向されたレーザビームは、走査レンズ群 309 によって主走査方向に集光される。また、走査レンズ群 309 と感光体ドラム 312 との間に配設されている、副走査方向に正の屈折力を有するシリンドリカルレンズ 310 によって、レーザビームは副走査方向に集光される。以上のようにして、レーザビームは感光体ドラム 312 上で結像することになる。そして、主走査はポリゴンミラー 306 の回転によって行われ、副走査は感光体ドラム 312 が矢印 c 方向 (図 22) へ回転することによって行われる。

【0128】ところで、演算部 351 は、温度センサ 352 からの温度に応じた電圧出力を、所定のタイミングで取り込む。演算部 351 は、この検出電圧と、記憶部 353 に格納されている設定温度の電圧値と、を比較する。比較した結果、温度が変動していれば、演算部 351 は、更に記憶部 353 に格納されているフォーカシングレンズ移動量を取り込み、そして、フォーカシングレンズ駆動制御部 350 に出力する。フォーカシングレンズ駆動制御部 350 は、フォーカシングレンズ 303 の移動量に対応したパルスを発生させ、ステッピングモータ 315 を回転させる。その結果、温度変化に応じてフォーカシングレンズ 303 が光軸方向に移動し、全体の焦点距離が補正される。

【0129】このフォーカシング補正は、どのようなタイミングで行ってもよい。例えば、1 ライン主走査するごとに行ってもよく、所定のライン数を主走査するごとに行ってもよい。また、ラック 313a とピニオンギア 314 のピッチを非常に小さくすれば、画像形成中にフォーカシング補正を行うことも可能である。このように第 3 実施形態によれば、温度変化があっても、フォーカシングレンズ 303 を光軸方向に移動させることによって、全系の焦点距離を補正することができる。なお、予め温度変化に対するフォーカシングレンズ 303 の移動補正量を記憶部 353 に格納することができるのは、温度変化に対する光源装置 A の焦点距離の変化が予想可能だからである。つまり、第 3 実施形態においても、光源装置 A の焦点距離の変化が再現性よく発生するため、容易にフォーカシング補正を行うことができるのである。

【0130】以上説明したように、第 1~第 3 実施形態に係るレーザ走査光学装置においては、その光源装置が、同種の材料からなる鏡筒と鏡筒保持手段とをコリメータレンズの光軸に対して平行な面内で接合し、異種の材料からなる鏡筒保持手段とレーザ保持手段とをコリメータレンズの光軸に対して垂直な面内で接合した構成となっているため、これらの部材が熱膨張したときに、異種の材料間の接合面で線膨張率の違いにより生じる滑りやズレが、コリメータレンズの光軸方向に現れない。したがって、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離は温度変化に伴って再現性よく変化し、その結果現れる

レーザ走査光学装置全体の焦点距離の変化を正確に予測できるため、その焦点距離の変化を正確に補正することができる。

#### 【0131】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載した光源装置によれば、コリメータレンズの光軸に平行な面を介して鏡筒を保持する鏡筒保持手段が、鏡筒と同種の材料からなっているため、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化する。また、請求項2に記載した光源装置によれば、異種の材料からなるレーザ保持手段と鏡筒保持手段とが、コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して接合されているため、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化する。

【0132】また、請求項3に記載したレーザ走査光学装置は、請求項1に記載した光源装置と同様にレーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化するの、温度変化に対する光学系全体の焦点距離の変化を、補正手段によって容易に補正することができる。また、請求項4に記載したレーザ走査光学装置は、請求項2に記載した光源装置と同様にレーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化するの、温度変化に対する光学系全体の焦点距離の変化を、補正手段によって容易に補正することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の画像書き込み光学系を示す斜視図である。

【図2】第1実施形態に係るレーザ走査光学装置を示す上面図である。

【図3】第1実施形態に係る光源装置及びその周辺部分の構成を示す部分拡大図である。

【図4】第1実施形態のレーザ走査光学装置に適用可能な1/2波長板の配置例を模式的に示す配置図である。

【図5】第1実施形態のレーザ走査光学装置に用いられているシリンドリカルレンズ群の取り付け構造を示す部分拡大図である。

【図6】第1実施形態に係る光源装置を示す正面図である。

【図7】第1実施形態に係る光源装置を示す上面図である。

【図8】第1実施形態に係る光源装置を示す側面図である。

【図9】第1実施形態に係る光源装置を示す分解斜視図である。

【図10】第1実施形態に係る光源装置を模式的に示す概略構成図である。

【図11】第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の主走査断面における屈折力配置を示す図である。

【図12】第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の主

走査方向における焦点距離の温度補償の考え方を示す模式図である。

【図13】接合された2つの異なる材料のサイズと線膨張係数との関係を模式的に示す図である。

【図14】第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の副走査断面における屈折力配置を示す図である。

【図15】第1実施形態に係るレーザ走査光学装置の副走査方向における焦点距離の温度補償の考え方を示す模式図である。

【図16】第2実施形態に係るレーザ走査光学装置を示す上面図である。

【図17】第2実施形態に係るレーザ走査光学装置を正面側から見たときの縦断面図である。

【図18】第2実施形態に係るレーザ走査光学装置の主走査断面における屈折力配置を示す図である。

【図19】第2実施形態に係るレーザ走査光学装置の主走査方向における焦点距離の温度補償の考え方を示す模式図である。

【図20】第2実施形態に係るレーザ走査光学装置の副走査断面における屈折力配置を示す図である。

【図21】第2実施形態に係るレーザ走査光学装置の副走査方向における焦点距離の温度補償の考え方を示す模式図である。

【図22】第3実施形態に係るレーザ走査光学装置の画像書き込み光学系を示す斜視図である。

【図23】従来の光源装置を模式的に示す概略構成図である。

#### 【符号の説明】

1, 1', 301: 半導体レーザ素子(レーザ光源)

2, 2': コリメータレンズ

101, 111: レーザ保持部材(レーザ保持手段)

102: 第1鏡筒保持部材(鏡筒保持手段)

102a: V溝

103: 第2鏡筒保持部材(鏡筒保持手段)

103a: 凹溝

112: 鏡筒保持部材(鏡筒保持手段)

104, 113, 302: 鏡筒

105, 114: 接合面

115: 接触面

A, B: 光源装置

6, 206, 306: ポリゴンミラー(偏向器)

7, 8, 207, 208, 209, 307, 308: 走査レンズ(結像光学系)

13, 210, 309: 走査レンズ群(結像光学系)

4, 5, 203, 204: シリンドリカルレンズ(補正手段)

12, 24, 205: シリンドリカルレンズ群(補正手段)

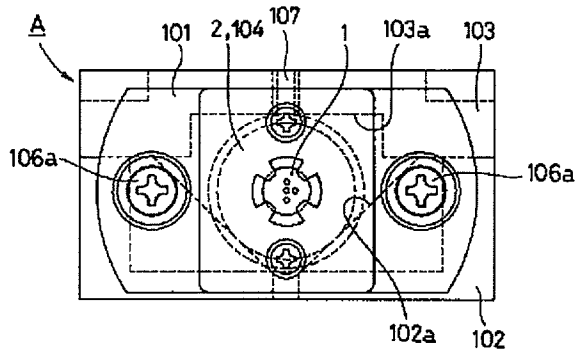
211: 自由曲面レンズ(補正手段)

303: フォーカシングレンズ(補正手段)

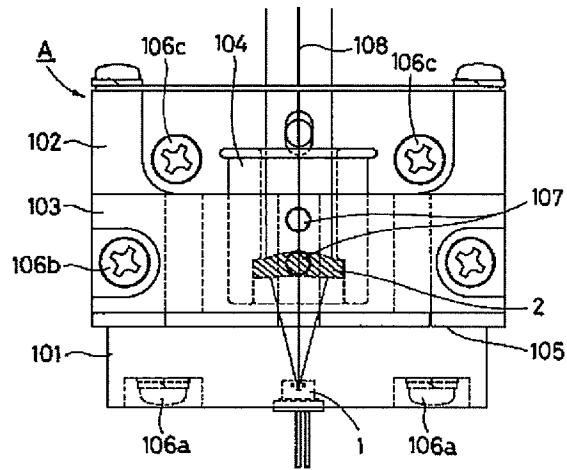




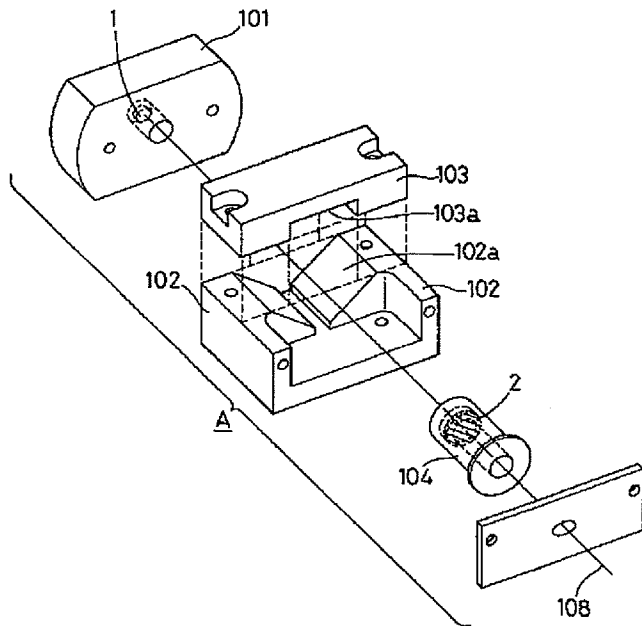
【図6】



【図7】



【図9】



【図12】

《主走査方向》

波長変動によるコリメータレンズ2 と走査レンズ群13での軸上色収差 + コリメータレンズ2の屈折力の変動 + 走査レンズ群13の屈折力の変動	互いに キャンセル	半導体レーザ素子1と コリメータレンズ2との 間隔変動
---	--------------	-----------------------------------

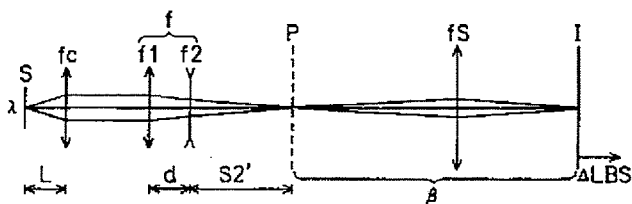
【図15】

《副走査方向》

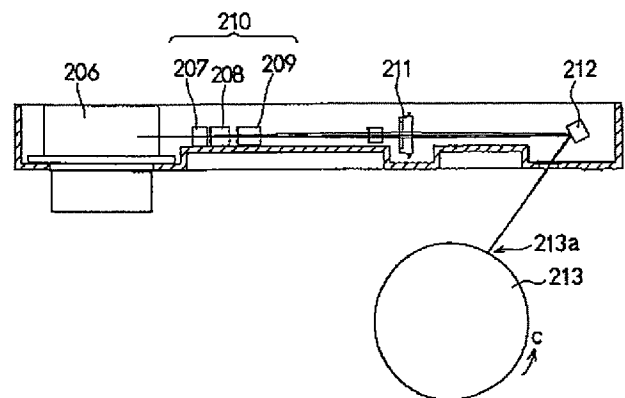
波長変動によるコリメータレンズ2 と走査レンズ群13とシリンドリカル レンズ24での軸上色収差 + コリメータレンズ2の屈折力の変動 + 走査レンズ群13の屈折力の変動 + 半導体レンズ素子1とコリメータ レンズ2との間隔変動	互いに キャンセル	シリンドリカルレン ズ群12の屈折力の変動 + 波長変動によるシリ ンドリカルレンズ群12 での軸上色収差
--	--------------	--

【図14】

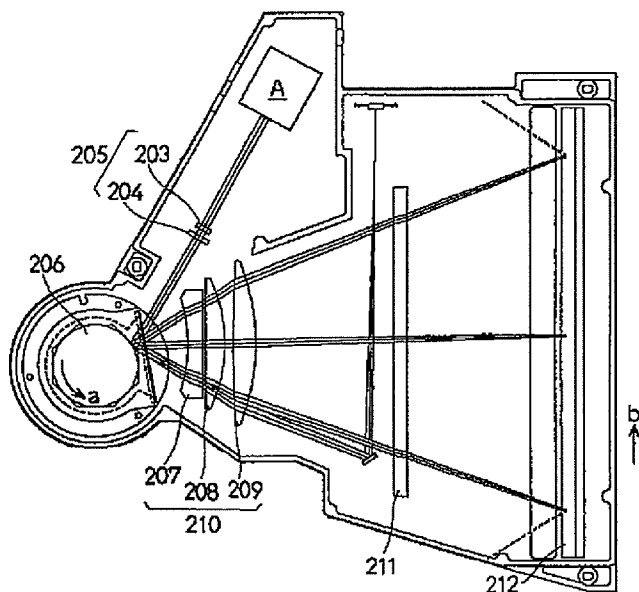
《副走査方向》



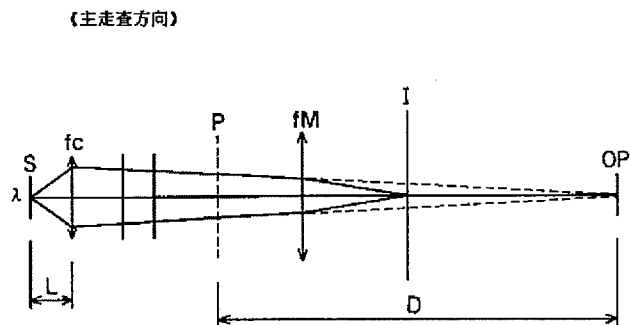
【図17】



【図 16】

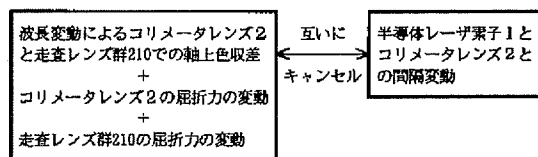


【図 18】



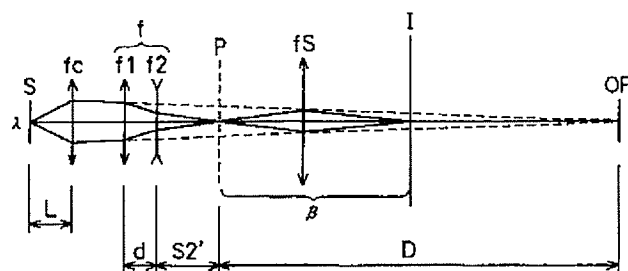
【図 19】

《主走査方向》



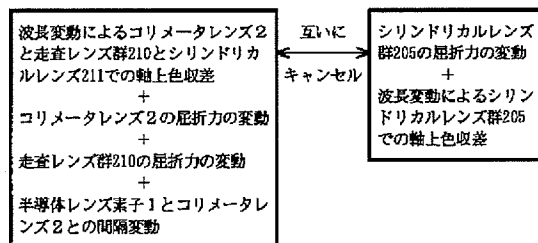
【図 20】

《副走査方向》



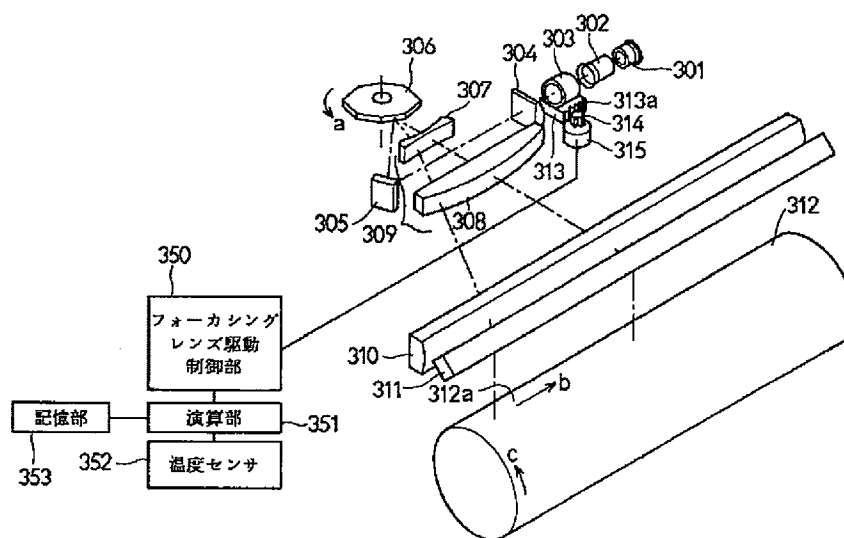
【図 21】

《副走査方向》





【図 22】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第2区分  
 【発行日】平成13年12月14日(2001.12.14)

【公開番号】特開平9-15472  
 【公開日】平成9年1月17日(1997.1.17)  
 【年通号数】公開特許公報9-155  
 【出願番号】特願平8-101624  
 【国際特許分類第7版】

G02B 7/00

26/10

H01S 5/30

【FI】

G02B 7/00 F

26/10 F

H01S 3/18

【手続補正書】

【提出日】平成13年5月28日(2001.5.28)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズと、  
 前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、  
 前記鏡筒と同種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、  
前記鏡筒保持手段とは異種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して前記鏡筒保持手段と接合されるとともに、前記レーザ光源を保持するレーザ保持手段と、を備えたことを特徴とする光源装置。

【請求項2】 レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズと、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒と同種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、  
前記鏡筒保持手段とは異種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して前記鏡筒保持手段と接合されるとともに、前記レーザ光源を保持するレーザ保持手段と、を有する光源装置と、  
 前記光源装置から射出されたレーザビームを被走査面上に偏向走査する偏向器と、  
 レーザビームを被走査面上に結像させる結像光学系と、  
 前記レーザ光源とコリメータレンズとの間隔変化による

被走査面上での結像状態の変化を補正する補正手段と、  
 を備えたことを特徴とするレーザ走査光学装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の第1の目的を達成するために、請求項1に記載された光源装置は、レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズと、前記コリメータレンズを保持する鏡筒と、前記鏡筒と同種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、前記鏡筒保持手段とは異種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して前記鏡筒保持手段と接合されるとともに、前記レーザ光源を保持するレーザ保持手段と、を備えたものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】削除

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】上記の第2の目的を達成するために、請求項2に記載されたレーザ走査光学装置は、レーザビームを射出するレーザ光源と、前記レーザビームを略平行光束とするコリメータレンズと、前記コリメータレンズを

保持する鏡筒と、前記鏡筒と同種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に平行な面を介して前記鏡筒を保持する鏡筒保持手段と、前記鏡筒保持手段とは異種の材料からなり、前記コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して前記鏡筒保持手段と接合されるとともに、前記レーザ光源を保持するレーザ保持手段と、を有する光源装置と、前記光源装置から射出されたレーザビームを被走査面上に偏向走査する偏向器と、レーザビームを被走査面上に結像させる結像光学系と、前記レーザ光源とコリメータレンズとの間隔変化による被走査面上での結像状態の変化を補正する補正手段と、を備えたことを特徴とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0131

【補正方法】変更

【補正内容】

【0131】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載した光源装置によれば、コリメータレンズの光軸に平行な

面を介して鏡筒を保持する鏡筒保持手段が、鏡筒と同種の材料からなっているため、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化する。また、請求項1に記載した光源装置によれば、異種の材料からなるレーザ保持手段と鏡筒保持手段とが、コリメータレンズの光軸に垂直な面を介して接合されているため、レーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0132

【補正方法】変更

【補正内容】

【0132】また、請求項2に記載したレーザ走査光学装置は、請求項1に記載した光源装置と同様にレーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化するるので、温度変化に対する光学系全体の焦点距離の変化を、補正手段によって容易に補正することができる。また、請求項2に記載したレーザ走査光学装置は、請求項1に記載した光源装置と同様にレーザ光源とコリメータレンズとの間の距離が温度変化に対して再現性よく変化するるので、温度変化に対する光学系全体の焦点距離の変化を、補正手段によって容易に補正することができる。